
L'évaluation de la culture scientifique des élèves français de quinze ans dans PISA 2009

PISA 2009: French 15-year-old students' performance in science

Nicolas Coppens



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/ree/5849>

DOI : 10.4000/ree.5849

ISSN : 1954-3077

Éditeur

Université de Nantes

Référence électronique

Nicolas Coppens, « L'évaluation de la culture scientifique des élèves français de quinze ans dans PISA 2009 », *Recherches en éducation* [En ligne], 14 | 2012, mis en ligne le 01 septembre 2012, consulté le 30 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/ree/5849> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/ree.5849>



Recherches en éducation est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

L'évaluation de la culture scientifique des élèves français de quinze ans dans PISA 2009

Nicolas Coppens¹

Résumé

Cet article présente rapidement le programme international PISA, mené par l'OCDE, qui a testé en 2009 la culture scientifique, la culture mathématique et la compréhension de l'écrit par les jeunes scolarisés de quinze ans dans 65 pays différents. Il décrit ensuite la culture scientifique telle qu'elle est définie dans PISA et dans les programmes français avant d'analyser les résultats des élèves français dans ce domaine.

Le projet PISA (Programme for International Student Assessment, en français : Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves) est une enquête internationale de grande ampleur menée depuis l'an 2000 sous l'égide de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques). Il évalue et compare tous les trois ans les connaissances et les compétences des élèves de quinze ans considérées comme essentielles par la communauté internationale en compréhension de l'écrit, en culture mathématique et en culture scientifique afin de déterminer dans quelle mesure les jeunes sont préparés à la vie active (OCDE, 2011a). Après avoir rappelé brièvement les objectifs et les modalités d'organisation de l'enquête, nous nous sommes intéressés à la définition de la culture scientifique donnée dans cette évaluation et nous l'avons analysée au regard des programmes français avant de présenter les résultats des élèves français dans ce domaine.

1. Présentation de l'évaluation internationale de PISA

■ Objectifs et modalités d'organisation

Le but de l'enquête PISA est de contrôler dans quelle mesure les élèves qui approchent du terme de leur scolarité obligatoire possèdent certaines des connaissances et compétences essentielles pour participer pleinement à la vie de nos sociétés modernes (OCDE, 2011a).

En 2009, la France a participé avec 64 autres pays à la quatrième phase de cette évaluation, portant principalement sur la compréhension de l'écrit (Fumel & al., 2010) alors que cette enquête avait porté essentiellement sur la culture scientifique en 2006. L'année 2009 correspond en fait au début du deuxième cycle du PISA qui a évalué ou évaluera essentiellement la compréhension de l'écrit en 2009, la culture mathématique en 2012 et la culture scientifique en 2015. En France, cette évaluation (comprenant 131 items en compréhension de l'écrit, 53 items en culture scientifique et 35 items en culture mathématique) s'est déroulée auprès d'un échantillon de 4300 élèves de quinze ans (lui-même issu d'un échantillon de 177 établissements

¹ Professeur agrégé de l'enseignement du second degré (PRAG), Laboratoire de Didactique André Revuz de l'Université Paris Diderot - Paris 7 et IUFM de l'Université de Strasbourg.

publics et privés). Le tirage de l'échantillon (30 élèves par établissement maximum) a tenu compte du type d'établissement (collège, lycée professionnel, lycée agricole ou lycée d'enseignement général et technologique) afin d'assurer la représentativité des élèves de quinze ans selon leur classe de scolarisation. En France, il s'agit pour l'essentiel d'élèves de seconde générale et technologique, et de troisième (voir le tableau ci-dessous) (Fumel & al., 2010).

Répartition des élèves français de quinze ans ayant participé à l'évaluation PISA en 2009

	<i>Classe fréquentée</i>	<i>Répartition</i>
Élèves « en avance » dans leur scolarité	Première générale et technologique	2,5 %
Élèves « à l'heure » dans leur scolarité	Seconde générale et technologique	51,4 %
	Seconde professionnelle	9,2 %
Élèves « en retard » dans leur scolarité	Troisième générale	31,9 %
	Quatrième	3,6 %
	Autre (SEGPA, technologique, insertion...) ou inconnu	1,4 %

■ ***L'accueil des résultats des évaluations PISA en France***

Si les enquêtes internationales d'évaluation des acquis des élèves ont commencé dès les années soixante lorsqu'a été créée l'IEA², la participation de la France ne s'est faite que dans les années 90 (Bottani & Vrignaud, 2005) et les responsables de l'éducation, comme les chercheurs, ont relativement boudé les résultats de ces évaluations. De même, les auteurs du rapport adressé au haut conseil de l'évaluation de l'école regrettent que « *les milieux de l'enseignement ignorent ces enquêtes ou les connaissent mal. La plupart du temps, leur connaissance des résultats se réduit à quelques idées sur le classement de la France et leurs interrogations portent sur la comparabilité des résultats. Il faut surtout déplorer l'absence d'intérêt et de connaissance de ces travaux et de leur utilité pour le pilotage du système éducatif d'une partie des instances décisionnelles du MEN, en particulier, de l'Inspection Générale et de la direction de l'enseignement scolaire.* » (Bottani & Vrignaud, 2005, p.8). Au cours des premières années 2000, une équipe de sociologues (Bautier & al., 2006) a mené une recherche complémentaire sur les compétences en compréhension de l'écrit en France après avoir étudié les résultats du premier PISA en 2000. Comme d'autres chercheurs à cette époque (Moreau & al., 2006 ; Vrignaud, 2006), ils se sont livrés à des critiques sur les choix méthodologiques et conceptuels pris en compte dans l'enquête PISA. Cette tendance critique s'est-elle modifiée ? Les critiques semblent moins vives aujourd'hui, et dans le numéro 164 de la *Revue Française de pédagogie* coordonné par Mons (2008), des chercheurs s'accordent à souhaiter une meilleure prise en compte des résultats des comparaisons internationales. Baudelot et Estabiet (2009) affirment notamment que « *PISA fournit une mine d'informations sans égal et résiste [...] à la plupart des objections méthodologiques qui ont pu lui être opposées. Les statisticiens qui ont mis au point ces enquêtes ont fait preuve d'une prudence et d'une rigueur remarquables. La plupart des experts s'accordent aujourd'hui sur ce point.* » Nous ne nous placerons pas dans cet article sur le terrain méthodologique³ ; mais le tableau du système scolaire français que dressent ces deux derniers auteurs après étude des résultats des PISA 2003 et 2006 donne à réfléchir et les résultats que nous donnerons sur l'évaluation de la culture scientifique faite en 2009 ne semblent pas contredire leur analyse.

² L'IEA, International Association for the Evaluation of Educational Achievement, a été créée en 1961.

³ On trouvera un dossier sur les enquêtes PISA sur le site de l'Institut Français d'Education (Rey, 2011).

■ **La culture scientifique évaluée dans PISA**

La quatrième phase de l'évaluation PISA a porté majoritairement en 2009 sur la compréhension de l'écrit. Cependant, 53 items de cette enquête ont porté aussi sur la culture scientifique qui nous intéresse principalement dans cet article. Ces 53 items ont déjà été donnés lors de l'évaluation de 2006 et seront redonnés aux élèves lors de la passation de PISA 2012. La définition de la culture scientifique est donc celle qui a déjà été définie en 2006 par la communauté internationale lorsque le programme PISA évaluait essentiellement ce domaine (Bourny & al., 2010). Elle correspond :

- aux connaissances scientifiques de l'individu et sa capacité d'utiliser ces connaissances pour identifier les questions auxquelles les sciences peuvent apporter une réponse, pour acquérir de nouvelles connaissances, pour expliquer des phénomènes scientifiques et pour tirer des conclusions fondées sur les faits à propos de questions à caractère scientifique ;
- à la compréhension des éléments caractéristiques des sciences en tant que forme de recherche et de connaissance humaines ;
- à la conscience du rôle des sciences et de la technologie dans la constitution de notre environnement matériel, intellectuel et culturel ;
- à la volonté de s'engager en tant que citoyen réfléchi à propos de problèmes à caractère scientifique et touchant à des notions relatives aux sciences (OCDE, 2007a ; Coppens, 2009a).

Par exemple, des items de cette évaluation portent sur le domaine de la santé et demandent des explications scientifiques d'un phénomène s'appuyant sur des connaissances en SVT (Sciences de la Vie et de la Terre) :

Questions 3 et 5 de l'exercice « EXERCICE PHYSIQUE »

Pratiqué régulièrement, mais avec modération, l'exercice physique est bon pour la santé.

Que se passe-t-il lors d'un exercice musculaire ? (entourez « OUI » ou « NON » pour chacune des affirmations) :

- Le sang circule davantage dans les muscles : OUI / NON
- Des graisses se forment dans les muscles : OUI / NON

Réponses correctes attendues : dans l'ordre : OUI, NON

Pourquoi doit-on respirer plus fort quand on fait un exercice physique que quand notre corps est au repos ?

Réponse correcte attendue : pour faire baisser le niveau de dioxyde de carbone qui tend à s'élever ou pour fournir au corps davantage d'oxygène.

■ **La culture scientifique dans les programmes français**

Dans cet article, nous examinons particulièrement les résultats de PISA 2006 lorsque la culture scientifique était le thème majeur d'évaluation et nous complétons ces analyses avec les résultats de 2009, beaucoup moins fournis en ce qui concerne la culture scientifique. Or les programmes français scientifiques en vigueur en 2006 ne développaient pas spécifiquement les trois derniers points définissant la culture scientifique évaluée dans l'enquête PISA (Coppens, 2009b). Le projet PISA « ne vise [donc] pas à évaluer l'acquisition des connaissances fixées

dans les programmes scolaires, mais les compétences ou aptitudes jugées indispensables pour mener une existence autonome et indépendante » (Bottani & Vrignaud, 2005).

Lors de l'enquête PISA 2009 toutefois, des nouveaux programmes scientifiques au collège insistent davantage sur une culture scientifique commune basée sur le socle commun des connaissances et des compétences (qui lui-même se réfère à PISA⁴) depuis le début de l'année scolaire en classe de Troisième. Dans ces nouveaux programmes, la démarche d'investigation ou les thèmes de convergence avec les autres disciplines sont prônés et le premier paragraphe de l'introduction commune est consacré à la culture scientifique et technique : « *à l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. Il doit pouvoir apporter des éléments de réponse simples mais cohérents aux questions : « Comment est constitué le monde dans lequel je vis ? », « Quelle y est ma place ? », « Quelles sont les responsabilités individuelles et collectives ? »* (Ministère de l'éducation nationale, 2008a). Cependant, pour le reste, le discours élaboré sur cette culture scientifique reste très général et la place de l'élève est encore réduite, même si on peut trouver quelques mentions aux conceptions et représentations de l'élève dans les programmes de Sciences de la Vie et de la Terre. De plus, l'évaluation du socle commun des connaissances et des compétences n'a finalement été prise en compte pour le diplôme national du brevet qu'en 2011 et les nouveaux programmes de collège ont été remaniés trois fois entre 2005 et 2008.

Enfin, le nouveau programme scientifique du lycée intégrant lui aussi davantage la culture scientifique et ne faisant par exemple plus la différence entre physique et chimie pour intégrer davantage ces deux disciplines dans des problématiques communes, n'a été mis en place qu'en 2010, après l'évaluation PISA 2009.

2. Les résultats des élèves français concernant la culture scientifique

Le score des élèves français en culture scientifique en 2009 est dans la moyenne des 33 pays de l'OCDE ayant participé aux deux phases d'évaluation de 2006 et de 2009. Il n'y a donc pas eu de changements statistiquement significatifs

en France puisque cette dernière était déjà dans la moyenne de l'OCDE en 2006. Nous nous basons alors, dans la suite de cet article, principalement sur les résultats de la passation de 2006 qui était beaucoup plus précise puisqu'elle portait sur 103 items évaluant la culture scientifique, alors qu'il n'y a eu que 53 items étudiant ce domaine en 2009.

■ Résultats suivant le niveau des élèves

Les élèves de quinze ans de chaque pays ont été classés en 2006 suivant six niveaux différents en fonction de leurs scores. Ce sont les mêmes niveaux de compétence qui ont été utilisés pour rendre compte des résultats en culture scientifique du cycle PISA 2009. Par exemple :

- le niveau 1 constitue le bas de l'échelle : les élèves ont « *des connaissances scientifiques tellement limitées qu'ils peuvent uniquement les appliquer dans un petit nombre de situations familières* » ;
- le niveau 2 correspond au niveau minimum « *à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent les compétences scientifiques qui leur permettent de faire face aux situations de la vie courante en rapport avec les sciences et la technologie* » ;
- le niveau 5 constitue un niveau élevé : les élèves situés à ce niveau sont capables notamment « *d'identifier les aspects scientifiques de nombreuses situations complexes qui s'inspirent de la vie réelle et d'y appliquer des concepts scientifiques* » (OCDE, 2007a, 2011a).

⁴ « La définition du socle commun [...] se réfère enfin aux évaluations internationales, notamment au Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) » (Ministère de l'Education Nationale, 2006).

On note qu'il n'y a pas de différence significative entre 2006 et 2009 (OCDE, 2011b) : comme dans la moyenne des 33 pays de l'OCDE testés, environ 20 % des élèves français n'atteignent pas le niveau 2, ce qui signifie qu'un élève sur cinq n'a pas le niveau minimum défini par l'OCDE. En revanche, 8 % des élèves français ont un niveau 5 ou 6⁵.

■ **Evaluation des compétences des élèves**

Pour préciser davantage cette étude, le PISA a étudié la culture scientifique en distinguant trois compétences différentes : l'identification des questions scientifiques, l'explication des phénomènes de manière scientifique, l'utilisation des faits scientifiques.

• *Evaluation de la compétence « Identifier des questions scientifiques »*

Concernant la compétence « Identifier des questions scientifiques » les élèves français ont eu des résultats dans la moyenne de l'OCDE en 2006⁶ et leurs résultats ont légèrement progressé en 2009 (mais pas de manière significative⁷) pour :

- « Reconnaître les questions qui peuvent faire l'objet de recherches scientifiques » : par exemple, 61 % des élèves français et de l'OCDE ont répondu convenablement en 2006⁸ à la question 7 de l'exercice « LE GRAND CANYON » présentée ci-dessous :

Question 7 de l'exercice « LE GRAND CANYON »

Environ cinq millions de personnes visitent le parc national du Grand Canyon chaque année. On s'inquiète des dégâts qui sont causés au parc par tant de visiteurs.

Peut-on répondre aux questions suivantes grâce à une étude scientifique ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacune des questions.

Peut-on répondre à cette question grâce à une étude scientifique ?	Oui ou Non ?
1. Quelle est l'ampleur de l'érosion causée par l'utilisation des sentiers de promenade ?	Oui / Non
2. Est-ce que le parc est aussi beau aujourd'hui qu'il y a 100 ans ?	Oui / Non

Réponses correctes attendues : 1. Oui ; 2. Non

- « Déterminer les caractéristiques essentielles d'une démarche scientifique (comparaison des données, choix des paramètres à faire varier, recueil pertinent des données...) » : par exemple, les élèves français ont eu moins de difficultés que la moyenne des élèves de l'OCDE pour déterminer le rôle d'une expérience témoin puisque 39 % des élèves français ont répondu convenablement en 2006 à la question 5 de l'exercice « PLUIES ACIDES » (36 % de bonnes réponses dans l'OCDE).

⁵ En moyenne, en 2009, dans les pays de l'OCDE, 8,5 % des élèves se classent au niveau 5 ou au niveau 6. Plus de 15 % des élèves se situent à l'un de ces deux niveaux en Finlande, en Nouvelle-Zélande et au Japon, et dans les pays et économies partenaires, à Shanghai, à Hong-Kong (Chine) et à Singapour (OCDE, 2011a).

⁶ En 2006, sur 15 items portant sur cette compétence, les résultats français étaient supérieurs à la moyenne de l'OCDE pour 7 items, dans la moyenne de l'OCDE pour 2 items et inférieurs à la moyenne de l'OCDE pour 6 items.

⁷ Dans cet article, nous précisons toujours si les variations ou les différences observées sont non significatives. Sinon, sans précision de notre part, les variations ou les différences observées sont significatives.

⁸ Tous les résultats chiffrés du PISA en culture scientifique portent sur des items donnés uniquement en 2006. En effet, les items passés par les élèves en 2006 et en 2009 seront à nouveau donnés lors de la passation de 2012 et ils sont confidentiels.

Question 5 de l'exercice « PLUIES ACIDES »

Des statues appelées cariatides ont été érigées sur l'Acropole d'Athènes il y a plus de 2 500 ans. Les statues sont sculptées dans du marbre (un type de roche). Le marbre est composé de carbonate de calcium.

En 1980, les statues originales, qui étaient rongées par les pluies acides, ont été transportées à l'intérieur du musée de l'Acropole et remplacées par des copies.

Un éclat de marbre a une masse de 2,0 grammes avant d'être plongé dans du vinaigre pendant une nuit.

Les élèves qui ont réalisé cette expérience ont également placé des éclats de marbre dans de l'eau pure (distillée) pendant une nuit.

Expliquez pourquoi les élèves ont inclus cette étape dans leur expérience.

Réponse correcte attendue : pour montrer que l'acide (le vinaigre) est nécessaire pour produire la réaction.

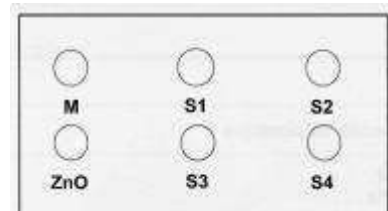
De même, les élèves français ont été plus nombreux que la moyenne des élèves de l'OCDE à répondre convenablement à la question 2 de l'exercice « ECRANS SOLAIRES » portant sur le même thème (en 2006, 46 % de bonnes réponses en France et 41 % de bonnes réponses dans l'OCDE) :

Question 2 de l'exercice « ECRANS SOLAIRES »

Sylvie et David se demandent quel écran solaire offre la meilleure protection à leur peau. Les écrans solaires ont un *indice de protection solaire (IP)* indiquant dans quelle mesure ils absorbent les rayons ultraviolets de la lumière du soleil. Un écran solaire à *IP* élevé protège la peau plus longtemps qu'un écran solaire à faible *IP*.

Sylvie a imaginé une manière de comparer [...] de l'huile minérale (M), une crème contenant de l'oxyde de zinc (ZnO) et quatre écrans solaires différents qu'ils ont nommés S1, S2, S3 et S4.

Sylvie et David ont utilisé l'huile minérale parce qu'elle laisse passer presque toute la lumière du soleil et l'oxyde de zinc parce qu'il bloque presque complètement la lumière du soleil. [...]



Parmi les énoncés suivants, lequel est une description scientifique du rôle de l'huile minérale et de l'oxyde de zinc lors de la comparaison de l'efficacité des écrans solaires ?

- A – L'huile minérale et l'oxyde de zinc sont tous deux des facteurs que l'on teste.
- B – L'huile minérale est un facteur que l'on teste et l'oxyde de zinc est une substance de référence.
- C – L'huile minérale est une substance de référence et l'oxyde de zinc est un facteur que l'on teste.
- D – L'huile minérale et l'oxyde de zinc sont tous deux des substances de référence

Réponse correcte attendue : réponse D.

Les élèves français étaient également nombreux à répondre convenablement à la question 2 de l'exercice « CULTURES GENETIQUEMENT MODIFIEES » portant sur l'identification des paramètres d'une expérience (en 2006, 72 % de bonnes réponses en France et 61 % de bonnes réponses dans l'OCDE) :

Question 2 de l'exercice « CULTURES GENETIQUEMENT MODIFIEES »**Le maïs OGM devrait être interdit**

Des groupes de protection de la nature ont demandé l'interdiction d'une nouvelle espèce de maïs génétiquement modifiée (OGM, organisme génétiquement modifié).

Ce maïs OGM est conçu pour résister à un nouvel herbicide puissant qui détruit les plants de maïs traditionnels. Ce nouvel herbicide détruira la plupart des mauvaises herbes qui poussent dans les champs de maïs.

Les protecteurs de la nature déclarent que, comme ces mauvaises herbes sont une source de nourriture pour les petits animaux, en particulier les insectes, l'utilisation de ce nouvel herbicide avec le maïs OGM nuira à l'environnement. Les partisans du maïs OGM répondent qu'une étude scientifique a démontré que cela n'arrivera pas.

Voici quelques détails de l'étude scientifique mentionnée dans l'article ci-dessus :

- On a semé du maïs dans 200 champs à travers le pays.
- On a divisé chaque champ en deux parties. Dans une moitié, on a cultivé du maïs génétiquement modifié (OGM) traité avec le nouvel herbicide puissant, et dans l'autre moitié on a cultivé du maïs traditionnel traité avec un herbicide traditionnel.
- On a trouvé à peu près le même nombre d'insectes sur le maïs OGM traité avec le nouvel herbicide que sur le maïs traditionnel traité avec l'herbicide traditionnel.

Dans l'étude scientifique mentionnée par l'article, quels sont les facteurs qu'on a volontairement fait varier ? Entourez « Oui » ou « Non » pour chacun des facteurs suivants.

<i>Est-ce que, dans l'étude, on a volontairement fait varier ce facteur ?</i>	<i>Oui ou Non ?</i>
Le nombre d'insectes dans l'environnement	Oui / Non
Les types d'herbicide utilisés	Oui / Non

Réponses correctes attendues : dans l'ordre : Non, Oui.

En revanche, les élèves français ont eu plus de difficultés que la moyenne des élèves de l'OCDE lorsqu'ils devaient réfléchir à la pertinence des mesures réalisées et à l'importance de la répétition de ces mesures. En effet, en 2006, seuls 59 % des élèves français ont coché la bonne réponse de la question 3 de l'exercice « CULTURES GENETIQUEMENT MODIFIEES » alors que c'était une question très bien réussie dans la moyenne de l'OCDE (74 % de bonnes réponses).

Question 3 de l'exercice « CULTURES GENETIQUEMENT MODIFIEES »

On a semé du maïs dans 200 champs à travers le pays. Pourquoi les scientifiques ont-ils utilisé plus d'un site ?

- A. Afin que de nombreux agriculteurs puissent essayer le nouveau maïs OGM.
- B. Pour voir quelle quantité de maïs OGM ils pourraient cultiver.
- C. Pour recouvrir le plus de terrain possible avec des cultures OGM.
- D. Pour inclure diverses conditions de culture du maïs.

Réponse correcte attendue : réponse D.

• *Evaluation de la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique »*

Pour la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique », les résultats français étaient très inférieurs à la moyenne de l'OCDE en 2006, quel que soit le domaine scientifique étudié⁹ :

- 21 items portaient sur les systèmes vivants : 5 items ont été mieux réussis par les élèves français que par la moyenne de l'OCDE, 4 items ont été réussis de la même manière en France et dans la moyenne de l'OCDE et 12 items ont été moins bien réussis en France que dans la moyenne de l'OCDE. Par exemple, les questions 3 et 5 de l'exercice intitulé « EXERCICE PHYSIQUE » présentées dans le premier chapitre de cet article ont obtenu respectivement 79 % et 59 % de bonnes réponses en France (82 % et 45 % de bonnes réponses dans la moyenne de l'OCDE) ;
- 15 items portaient sur les systèmes physiques : 3 items ont été mieux réussis par les élèves français que par la moyenne de l'OCDE, 4 items ont été réussis de la même manière en France et dans la moyenne de l'OCDE et 8 items ont été moins bien réussis en France que dans la moyenne de l'OCDE, comme par exemple la question 2 de l'exercice « PLUIES ACIDES » (43 % de bonnes réponses en France et 58 % de bonnes réponses dans la moyenne de l'OCDE).

Question 2 de l'exercice « PLUIES ACIDES »

Les pluies ordinaires sont légèrement acides parce qu'elles ont absorbé du dioxyde de carbone présent dans l'air. Les pluies acides sont plus acides que les pluies ordinaires parce qu'elles ont absorbé, en plus, d'autres gaz comme les oxydes de soufre et les oxydes d'azote. D'où proviennent ces oxydes de soufre et oxydes d'azote présents dans l'air ?

Réponse correcte attendue : les gaz d'échappement des voitures, les émissions de gaz des usines, la combustion de pétrole, de charbon et autres combustibles fossiles, les gaz émis par les volcans ou autres sources analogues.

Enfin, les résultats français étaient encore plus faibles lorsque les questions portaient sur la restitution de connaissances à propos des systèmes de la Terre et de l'univers avec un seul item ayant obtenu des résultats français supérieurs à la moyenne de l'OCDE (pour 3 autres items, les résultats sont équivalents et les résultats français de chacun des 7 derniers items sont inférieurs

⁹ En 2006, il y avait aussi deux items portant sur la compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique » et traitant des systèmes technologiques, mais ce nombre d'items était trop faible pour proposer une analyse dans ce domaine.

à la moyenne de l'OCDE). Par exemple, seuls 50 % des élèves français de quinze ans avaient répondu convenablement à la question 3 de l'exercice « LE GRAND CANYON » alors qu'il y avait en moyenne 68 % de bonnes réponses dans l'ensemble des pays de l'OCDE.

Question 3 de l'exercice « LE GRAND CANYON »

Le Grand Canyon est situé dans un désert des États-Unis d'Amérique. C'est un canyon très vaste et très profond, constitué de nombreuses couches rocheuses. Autrefois des mouvements de la croûte terrestre ont soulevé ces couches. Le Grand Canyon atteint à présent jusqu'à 1,6 km de profondeur à certains endroits. Le fleuve Colorado coule au fond du canyon [...]. La température dans le Grand Canyon varie de moins de 0°C à plus de 40°C. Bien que la zone soit désertique, les fissures de la roche contiennent parfois de l'eau.

De quelle façon ces changements de température et l'eau dans les fissures contribuent-elles à accélérer l'effritement de la roche ?

- A. En gelant, l'eau dissout les roches chaudes
- B. L'eau cimente les roches entre elles
- C. La glace polit la surface des roches
- D. En gelant, l'eau se dilate dans les fissures de la roche

Réponse correcte attendue : D. En gelant, l'eau se dilate dans les fissures de la roche.

En 2009, les résultats français ont légèrement progressé dans cette compétence, notamment lorsque les items ont porté sur les énergies renouvelables ou lorsque les questions étaient assez éloignées du cadre scolaire français, mais ces résultats sont toujours restés en dessous de la moyenne des pays de l'OCDE.

• *Evaluation de la compétence « Utiliser des faits scientifiques »*

Pour la compétence « Utiliser des faits scientifiques », les résultats des élèves français étaient au-dessus de ceux de la moyenne de l'OCDE en 2006. En effet, même s'il n'y avait que 65 % des élèves français (pour 67 % des élèves de l'OCDE) qui avaient répondu convenablement à la question 3 de l'exercice « PLUIES ACIDES » présentée ci-dessous en 2006, les résultats français de l'ensemble des questions portant sur cette compétence étaient supérieurs à ceux de l'OCDE¹⁰.

Question 3 de l'exercice « PLUIES ACIDES »

On peut simuler l'effet des pluies acides sur le marbre en plaçant des éclats de marbre dans du vinaigre pendant une nuit. Le vinaigre et les pluies acides ont à peu près le même niveau d'acidité. Lorsqu'on place un éclat de marbre dans du vinaigre, des bulles de gaz se forment. On peut déterminer la masse de l'éclat de marbre sec, avant et après l'expérience.

Un éclat de marbre a une masse de 2,0 grammes avant d'être plongé dans du vinaigre pendant une nuit. Le lendemain, on retire et on sèche l'éclat. Quelle sera la masse de l'éclat de marbre séché ?

- A. Moins de 2,0 grammes
- B. Exactement 2,0 grammes
- C. Entre 2,0 et 2,4 grammes
- D. Plus de 2,4 grammes

Réponse correcte attendue : A. Moins de 2,0 grammes.

¹⁰ Par exemple, en 2006, sur 31 questions portant sur la compétence « Utiliser des faits scientifiques », les élèves français ont eu des résultats supérieurs à la moyenne de l'OCDE pour 16 items, dans la moyenne de l'OCDE pour 6 items et inférieurs à la moyenne de l'OCDE pour 9 items.

Ainsi, les élèves français étaient souvent capables de donner du sens aux résultats scientifiques pour étayer des thèses ou des conclusions ; d'accéder à des informations scientifiques (des faits ou des données présentés sous forme de tableaux, de graphiques, de schémas ou de textes) et de produire des conclusions et des arguments fondés sur ces données.

Cependant, même si les résultats français sont toujours au-dessus de la moyenne des pays de l'OCDE, on a observé une légère baisse concernant cette compétence en 2009, notamment dans la lecture de tableaux.

■ Résultats suivant le sexe des élèves

Les résultats des épreuves de compréhension de l'écrit de PISA ont montré que les filles devançaient les garçons en France comme dans tous les pays participants (Fumel & al., 2010). En ce qui concerne la culture mathématique, ce sont les garçons qui ont obtenu de meilleurs résultats dans la plupart des pays de l'OCDE et en France (Bourny & al., 2010). En culture scientifique, on compte en revanche pratiquement autant de filles que de garçons parmi les élèves les plus performants et, en 2006 et en 2009, les écarts de score moyen entre les garçons et les filles ne sont statistiquement pas significatifs en France comme dans de nombreux autres pays ayant participé à cette étude¹¹ (OCDE, 2011a). On peut toutefois rappeler qu'en 2006, lorsque la culture scientifique était analysée plus précisément en tant que domaine majeur d'évaluation, de légers écarts ont été notés entre les sexes dans la moyenne des pays de l'OCDE et en France dans deux des trois compétences scientifiques. Les filles avaient obtenu des scores plus élevés lorsqu'il fallait analyser une démarche scientifique (compétence « Identifier des questions d'ordre scientifique ») alors que les garçons utilisaient mieux leurs connaissances face à une situation de la vie quotidienne (compétence « Expliquer des phénomènes de manière scientifique »)¹² (Bourny & Brun, 2007).

3. Analyse des résultats

Comme 20 des 33 pays de l'OCDE ayant participé à l'évaluation PISA en 2006 et en 2009, la France a eu des résultats en culture scientifique comparables en 2006 et 2009. Les points forts et les points faibles déjà observés lors de l'analyse des résultats de PISA 2006 en France (Bourny & Brun, 2007 ; Coppens, 2009b ; OCDE, 2007a et b) sont donc toujours valables trois ans après. Ainsi, même si la France se trouve dans la moyenne des pays de l'OCDE, il ne semble pas pertinent de s'intéresser davantage à ces résultats globaux car il ne faut pas oublier que les questions posées sont très spécifiques, ce qui ne permet pas de lire cette étude comme un classement des différents systèmes éducatifs. En revanche, un problème majeur détecté par cette enquête est la forte proportion d'élèves faibles en France et dans la moyenne des pays de l'OCDE : un élève sur cinq en moyenne n'atteint pas le niveau 2 en culture scientifique¹³, qui correspond au seuil à partir duquel les élèves commencent à montrer qu'ils possèdent des compétences qui leur permettront de participer de manière efficace et productive à la vie de la société.

Concernant les élèves les plus performants (ayant atteint les niveaux de compétence 5 ou 6), on remarque que les élèves ayant atteint un haut niveau de compétence en culture scientifique n'ont pas toujours d'aussi bons résultats en compréhension de l'écrit ou en culture mathématique

¹¹ Dans les pays de l'OCDE, des écarts importants existent toutefois en faveur des garçons aux États-Unis et au Danemark. À l'inverse, les filles surclassent les garçons en Finlande, en Slovaquie, en Turquie et en Grèce.

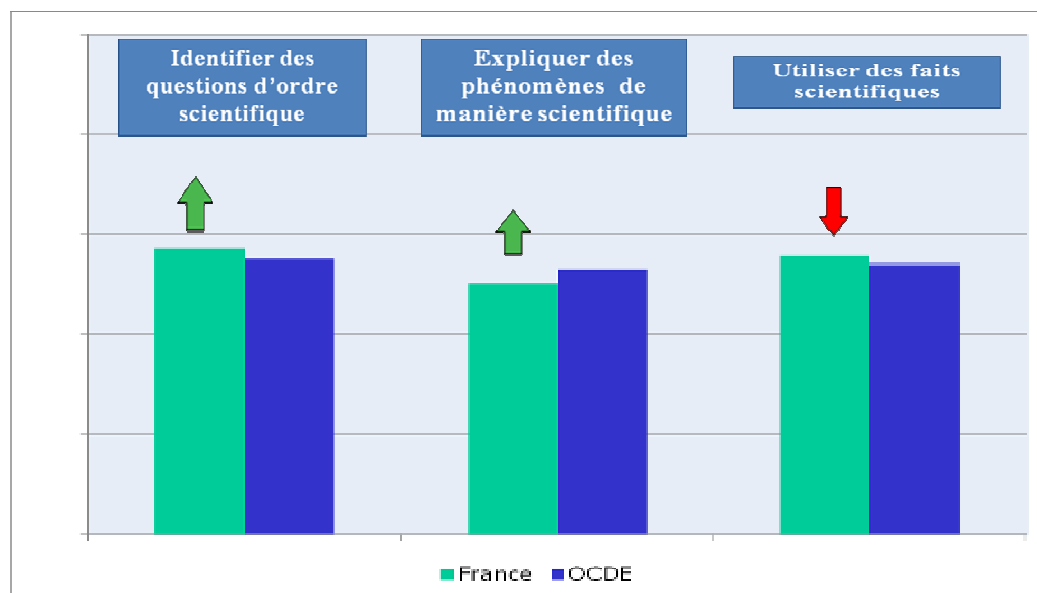
¹² Comme le questionnaire sur la culture scientifique est plus court en 2009 qu'en 2006, il n'a pas été possible d'analyser aussi précisément ce phénomène en 2009.

¹³ En moyenne, en 2009, dans les pays de l'OCDE, 82 % des élèves atteignent au moins le niveau 2. Ce pourcentage est supérieur à 90 % en Finlande, en Corée, en Estonie et au Canada. Deux tiers au moins des élèves parviennent au moins au niveau 2 dans tous les pays de l'OCDE (OCDE, 2011a).

même si les compétences en culture scientifique sont moins spécifiques que celles examinées dans les deux autres domaines évalués dans PISA (OCDE, 2009). L'excellence, recherchée par l'OCDE pour connaître les viviers de personnes aptes à participer à la croissance économique et au développement social de demain, ne se résume donc pas à une performance très élevée dans les trois domaines d'évaluation mais elle caractérise plutôt un large éventail d'élèves dans chaque domaine d'évaluation (OCDE, 2011a). Ainsi, si l'égalité entre les sexes s'observe en culture scientifique, ce n'est le cas, ni en culture mathématique (où les garçons prédominent), ni en compréhension de l'écrit (où les filles prédominent).

Enfin, si l'on souhaite préciser davantage les caractéristiques des élèves français en culture scientifique, il faut reprendre les résultats de 2006 car le questionnaire sur la culture scientifique de 2009 était trop succinct pour distinguer de manière significative les différentes compétences scientifiques. D'après ces résultats, c'est en France qu'on observait en 2006, parmi l'ensemble des pays de l'OCDE, l'écart le plus important de performance entre les questions portant sur un raisonnement scientifique et les questions portant sur une restitution de connaissances (Coppens, 2009b). Cet écart s'est légèrement atténué en 2009 mais pas de manière significative :

Evolution du score de la France par rapport à la moyenne de l'OCDE dans les trois compétences de la culture scientifique entre 2006 et 2009



Les résultats français pour la compétence « Identifier des questions scientifiques » étaient dans la moyenne de l'OCDE en 2006 ; ils ont légèrement progressé en 2009 mais de manière non significative. En affinant cette compétence, même si les résultats français à la question 7 de l'exercice « LE GRAND CANYON » présentée précédemment étaient identiques en 2006 à ceux de l'OCDE, les élèves français ont semblé un peu mieux réussir que la moyenne de l'OCDE les items demandant de reconnaître les questions qui peuvent faire l'objet de recherches scientifiques¹⁴. De même, ils comprenaient davantage le rôle d'une expérience témoin que la

¹⁴ En 2006, les résultats des élèves français étaient supérieurs à ceux de la moyenne de l'OCDE pour 3 des 7 items portant sur la sous-compétence « Reconnaître les questions qui peuvent faire l'objet de recherches scientifiques ». Pour les 4 autres items s'intéressant à cette sous-compétence, les résultats des élèves français étaient dans la moyenne de l'OCDE. En 2009, 4 items portaient sur cette sous-compétence : 2 items ont été mieux réussis par les élèves français que la moyenne de l'OCDE, un item était dans la moyenne de l'OCDE et un item a été moins bien réussi que la moyenne de l'OCDE.

moyenne de l'OCDE et ils semblaient également plus aptes à repérer le facteur qui varie dans une expérience¹⁵.

Concernant la compétence « Exploiter des phénomènes de manière scientifique », les élèves français avaient de grandes difficultés pour restituer des connaissances scientifiques, notamment lorsque les situations d'évaluation ne correspondaient pas à une seule discipline affichée (physique-chimie, sciences de la vie et de la Terre, technologie). C'est le cas dans la question 3 de l'exercice « LE GRAND CANYON » présentée précédemment où le stimulus de la question s'inscrivait plutôt dans le cadre des sciences de la vie et de la Terre (ou de la géographie) alors que la question demandait en fait des connaissances en physique-chimie. Les élèves français ont semblé toutefois avoir un peu progressé en 2009 par rapport à la moyenne de l'OCDE grâce à une meilleure connaissance des énergies renouvelables (de l'énergie solaire essentiellement) et grâce à une meilleure compréhension des énoncés peu scolaires proposés par le PISA¹⁶.

Enfin, les élèves français étaient plus compétents que la moyenne de l'OCDE pour utiliser des faits scientifiques et produire des conclusions à partir de données (sous forme de graphiques par exemple) même si la lecture des tableaux a semblé poser davantage de problèmes en 2009.

Discussion et conclusion

Le programme PISA se distingue des évaluations traditionnelles par la composition de la population testée (les élèves de quinze ans scolarisés quel que soit leur niveau d'étude) et par le fait qu'il ne teste pas forcément des acquis scolaires. Les résultats de cette évaluation sont toutefois intéressants car ils permettent d'étudier par rapport à un contexte international l'enseignement de la culture scientifique en France. Nous pouvons notamment poser la question du changement de programme au collège en France entre les évaluations PISA de 2006 et de 2009. En effet, dans d'autres pays, notamment anglo-saxons, des didacticiens (Fensham, 2009) ont analysé des résultats du PISA 2006 et se sont interrogés sur la possibilité d'enseigner non seulement les concepts scientifiques, mais aussi d'élargir l'enseignement scientifique à des idées sur la nature de la science, ce qui entrainerait un enseignement davantage pluridisciplinaire. C'est ce qui est prôné en France avec l'introduction de la démarche d'investigation, qui est une initiation à la démarche scientifique fortement encouragée dans ces nouveaux programmes (Ministère de l'éducation nationale, 2008b ; Inspection générale de l'éducation nationale, 2011), et l'introduction de l'enseignement par thèmes de convergence, permettant un enseignement moins disciplinaire (Ministère de l'éducation nationale, 2005). Ces deux innovations pourraient donc permettre aux élèves français de mieux réussir des questions moins scolaires. De même, la formation à l'évaluation du socle commun des connaissances et des compétences devrait normalement permettre de réduire le nombre d'élèves faibles.

Cependant, d'autres auteurs (Ratcliffe & Millar, 2009) ont souligné que les enseignants avaient beaucoup de difficultés à traiter avec leurs élèves des questions centrées sur les sciences dans le cadre d'un nouveau curriculum, car l'enseignement de ces notions demande du temps, beaucoup d'expérience et une formation très adaptée. De même, nous connaissons la différence entre le savoir à enseigner et le savoir réellement enseigné dans les classes (Chevallard, 1985), notamment en ce qui concerne la démarche d'investigation (Mathé & al., 2008), et il nous semble nécessaire d'attendre les résultats de PISA 2012, et plus encore ceux de 2015, dans lesquels la culture scientifique sera évaluée de façon majeure pour pouvoir présenter des comparaisons réellement pertinentes avec l'évaluation réalisée en 2006 et pour être en mesure de dresser un véritable bilan de cette réforme de l'enseignement scientifique en France.

¹⁵ En 2006, les résultats des élèves français étaient supérieurs à ceux de la moyenne de l'OCDE pour les 3 items de l'évaluation PISA portant sur la compréhension d'une expérience témoin et pour l'item demandant de repérer le facteur qui varie dans une expérience. En 2009, un seul item portait sur la compréhension d'une expérience témoin : celui-ci a été mieux réussi en France que dans la moyenne de l'OCDE.

¹⁶ Cette tendance positive doit toutefois être considérée avec prudence car peu d'items ont porté sur cette compétence en 2009.

Remerciements

Je tiens à remercier très chaleureusement Monique Goffard pour son aide extrêmement précieuse lors de la relecture de cet article ainsi que Ginette Bourny pour m'avoir fourni les données nécessaires à la rédaction de cet article.

Bibliographie

BAUTIER E., CRINON J., RAYOU P. & ROCHEX J.-Y. (2006), « Performances en littéracie, modes de faire et univers mobilisés par les élèves : analyses secondaires de l'enquête PISA 2000 », *Revue française de pédagogie*, n°157, p.85-101.

BAUDELLOT C. & ESTABLET R. (2009), *L'élitisme républicain, l'école française à l'épreuve des comparaisons internationales*, Paris, Editions du Seuil et La République des Idées.

BOTTANI N. & VRIGNAUD P. (2005), « La France et les évaluations internationales », *Rapport établi à la demande du haut conseil de l'évaluation de l'école*, n°16, janvier 2005, Paris, DEP/Bureau de l'Édition. http://www.hce.education.fr/gallery_files/site/21/101.pdf, consulté le 29 avril 2012.

BOURNY G., KESKPAIK S. & SALLES F. (2010), « L'évolution des acquis des élèves de 15 ans en culture mathématique et en culture scientifique. Premiers résultats de l'évaluation internationale PISA 2009 », *Note d'information du ministère de l'Éducation Nationale*, n°10.23, décembre 2010. <http://www.education.gouv.fr/cid54176/l-evolution-des-acquis-des-eleves-de-15-ans-en-culture-mathematique-et-en-culture-scientifique.html>, consulté le 29 avril 2012.

BOURNY G. & BRUN A. (2007), « Les élèves de 15 ans. Premiers résultats de l'évaluation internationale PISA 2006 en culture scientifique », *Note d'information du ministère de l'Éducation Nationale*, n°07-42, décembre 2007, Paris, DEPP - Département de la valorisation et de l'édition. <http://www.education.gouv.fr/cid20646/les-eleves-de-15-ans-premiers-resultats-de-l-evaluation-internationale-pisa-2006-en-culture-scientifique.html>, consulté le 29 avril 2012.

CHEVALLARD Y. (1985), *La transposition didactique – Du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La Pensée Sauvage.

COPPENS N. (2009a), « La culture scientifique dans le programme d'évaluation internationale PISA », *Cahiers pédagogiques*, n°469, Sciences physiques et chimiques, janvier 2009, en ligne. http://www.cahiers-pedagogiques.com/article.php3?id_article=4155, consulté le 29 avril 2012.

COPPENS N. (2009b), « La culture scientifique des élèves français de quinze ans. Résultats de l'évaluation internationale PISA 2006 », *Bulletin de l'union des physiciens*, n°910, janvier 2009, p.41-52.

FENSHAM P.J. (2009), « Real World Contexts in PISA Science : implications for Context - Based Science Education », *Journal of Research in Science Teaching*, vol.46, n°8, p.884-896.

FUMEL S., KESKPAIK S. & GIRARD J. (2010), « L'évolution des acquis des élèves de 15 ans en compréhension de l'écrit. Premiers résultats de l'évaluation internationale PISA 2009 », *Note d'information du ministère de l'Éducation Nationale*, n°10.24, décembre 2010. <http://www.education.gouv.fr/cid54175/l-evolution-des-acquis-des-eleves-de-15-ans-en-comprehension-de-l-ecrit.html>, consulté le 29 avril 2012.

INSPECTION GENERALE DE L'EDUCATION NATIONALE (2011), « Activités expérimentales en physique-chimie : enjeux de formation », *Rapport n°2011-111*, octobre 2011. <http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/phychi2/spip.php?article397>, consulté le 29 avril 2012.

MATHE S., MEHEUT M. & DE HOSSON C. (2008), « Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? », *Didaskalia*, n°32, p.41-76.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (2008a), « Programmes des enseignements de mathématiques, de physique-chimie, de sciences de la vie et de la Terre, de technologie pour les classes de sixième, de cinquième, de quatrième et de troisième du collège », *Bulletin Officiel de l'éducation Nationale, Spécial n°6 du 28 août 2008*. <http://www.education.gouv.fr/cid22120/mene0817023a.html>, consulté le 29 avril 2012.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (2008b), *Projet de document d'accompagnement Physique - chimie. Cycle central*. http://media.eduscol.education.fr/file/Programmes/54/1/SPC_DOC_DAC_CC_111541.pdf, consulté le 29 avril 2012.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (2006), « Le socle commun des connaissances et des compétences », *Décret du 11 juillet 2006*, Direction générale de l'enseignement scolaire, novembre 2006. <http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competences.html>, consulté le 29 avril 2012.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (2005), « Thèmes de convergence », *Bulletin Officiel de l'éducation Nationale, Hors-série du 25 août 2005, annexe V*. <ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2005/hs5/hs5.pdf>, consulté le 29 avril 2012.

MONS N. (2008), « Evaluation des politiques éducatives et comparaisons internationales », *Revue Française de pédagogie*, n°164, p.5-13.

MOREAU J., NIDEGGER C. & SOUSSI A. (2006), « Définition des compétences, choix méthodologiques et retombées sur la politique scolaire en Suisse », *Revue française de pédagogie*, n°157, p.43-53.

OCDE (2011a), *Résultats du PISA 2009 : savoirs et savoir-faire des élèves - Performance des élèves en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en sciences (volume I)*, Paris, Les éditions de l'OCDE. http://www.oecd-ilibrary.org/education/resultats-du-pisa-2009-savoirs-et-savoir-faire-des-eleves_9789264097643-fr, consulté le 29 avril 2012.

OCDE (2011b), *Résultats du PISA 2009 : tendances dans l'apprentissage – L'évolution de la performance des élèves depuis 2000 (volume V)*, Paris, Les éditions de l'OCDE. <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?cid=&lang=fr&sf1=di&st1=5km9cqrsb75f>, consulté le 29 avril 2012.

OCDE (2009), *Top of the class - High performers in science in PISA 2006*, Paris, OECD Publications. <http://www.oecd.org/dataoecd/44/17/42645389.pdf>, consulté le 29 avril 2012.

OCDE (2007a), *PISA 2006. Les compétences en sciences, un atout pour réussir. Volume 1 - Analyse des résultats*. Paris, Les éditions de l'OCDE. <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/10/45/39777163.pdf>, consulté le 29 avril 2012.

OCDE (2007b), *PISA 2006. Volume 2 - Data / Données*, Paris, Les éditions de l'OCDE. <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/30/18/39703566.pdf>, consulté le 29 avril 2012.

RATCLIFFE M. & MILLAR R. (2009), « Teaching for Understanding of Science in Context: Evidence from the Pilot Trials of the Twenty First Century Science Courses », *Journal of Research in science Teaching*, vol.46, n°8, p.945-959.

REY O. (2011), « PISA : ce que l'on en sait et ce que l'on en fait. Dossier d'actualité », *Veille et Analyses*, n°66, octobre 2011. <http://www.inrp.fr/vst/DA/detailsDossier.php?dossier=66&lang=fr>, consulté le 29 avril 2012.

VRIGNAUD P. (2006), « La mesure de la littéracie dans PISA : la méthodologie est la réponse, mais quelle était la question ? », *Revue française de pédagogie*, n°157, p.27-41.